



ALESSIO CARDACI

Assistant Professor e ricercatore presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Bergamo. Si è laureato cum laude in "Ingegneria Edile" presso l'Università di Messina dove ha anche conseguito il dottorato di ricerca in "Ingegneria Edile: progetto di recupero". I suoi interessi di ricerca sono strettamente legati alla tematica del rilievo e della rappresentazione dell'architettura e dei beni culturali.



ANTONELLA VERSACI

Ricercatore e Assistant Professor di Restauro presso l'Università degli Studi di Enna "KORE", ricercatore associato all'Institut Parisien de Recherche Architecture Urbanistique Société e responsabile del Laboratorio di Restauro dei Beni Architettonici e Culturali della KORE. Ex funzionario internazionale dell'UNESCO è stata responsabile di progetti culturali nel Sud-Est europeo.

L'innovazione nel rilievo fotografico per la conoscenza, la documentazione e la fruizione dei beni culturali *Technology innovation in photo surveying for the knowledge, the documentation and the valorization of cultural heritage*

Sin dagli albori della sua invenzione, la fotografia ha giocato un ruolo essenziale nella rappresentazione dell'architettura. Caratteristica del nostro tempo, essa ha permesso una nuova visione sul mondo e la definizione di un nuovo linguaggio che ha investito pienamente anche il settore dei beni culturali, rivelandosi un mezzo prezioso per la loro conoscenza, conservazione e documentazione. Da strumento utile al rilievo metrico, la fotografia ha progressivamente visto evolvere il suo ruolo in funzione di obiettivi sempre più attenti non solo agli oggetti architettonici in sé, ma anche al loro rapporto con lo spazio. L'attenzione si è, dunque, via via spostata anche su aspetti prima trascurati e la fotografia si è adeguata, anche tecnologicamente, alle nuove finalità. Questo lavoro si propone di indagare tali aspetti evidenziandone le peculiarità.

Since the early days of its invention, photography has played an essential role in the representation of architecture. Characteristic of our time, it has allowed a new view on the world and the establishment of an innovative language that has fully invested even the cultural heritage sector, proving to be an invaluable means for its knowledge, conservation and documentation. As a useful tool for the metric survey, the role of photography has gradually evolved, becoming increasingly attentive not only to the architectural objects in themselves, but also to their relationships with space. The focus, therefore, has also step-by-step moved towards before neglected aspects and photography has adapted, even technologically, to new purposes. This work aims to investigate these topics, highlighting the main peculiarities.

parole chiave: fotografia per l'architettura, beni culturali, documentazione digitale

keyword: architectural photography, cultural heritage, digital documentation

“Non esiste la fotografia artistica. Nella fotografia esistono, come in tutte le cose, delle persone che sanno vedere e altre che non sanno nemmeno guardare”

Nadar (Gaspard Félix Tournachon)

INTRODUZIONE

Nel settore dei beni culturali, la fotografia ha sempre ricoperto una funzione fondamentale, sin dalle sue origini risalenti alla prima metà del XIX secolo fino all'avvento dell'era digitale. Essa si è rivelata non solo uno strumento utile alla documentazione, archiviazione e studio del patrimonio mobile e immobile, ma anche un mezzo prezioso per la sua conoscenza, comprensione e divulgazione. Nell'opinione comune, l'immagine fotografica appare, oggi, intimamente legata alla nostra identità e al nostro sapere, e sembra sintetizzare in maniera prodigiosa e, in ogni caso, “meglio di ogni altra cosa, il senso e il cammino della cultura occidentale” [1]. Nel tempo, il concetto di “fotografia” è, in effetti, mutato dall'indicare un semplice dispositivo basato su presupposti e caratteristiche di natura chimico-fisica e meccanica, al definire una vera e propria disciplina, non in ultimo, dal grande impatto sociale.

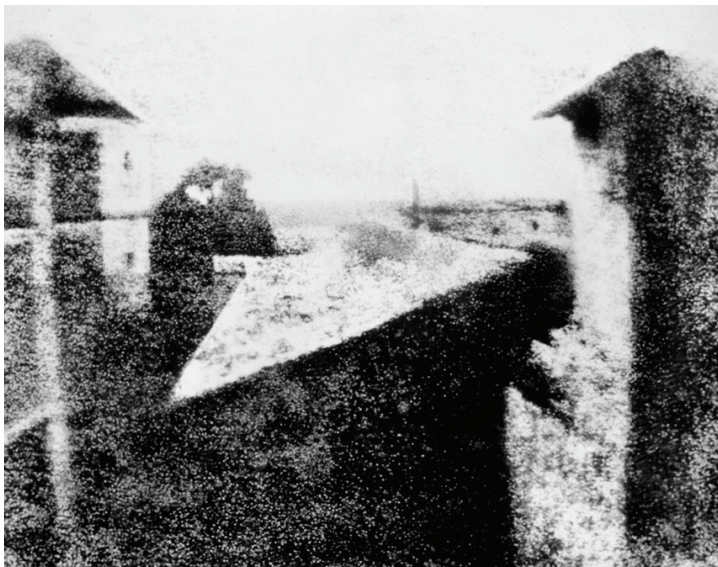
Tale evoluzione si è attuata tramite un costante e lungo dibattito sulla scoperta di Louis Daguerre che, dall'iniziale “combattimento” [2], attraverso una fase di sommaria e ambigua accettazione, è approdato nel Novecento a un'idea di fotografia in quanto “forma d'arte”, in particolare grazie alla nascita delle Avanguardie Storiche che ne hanno generalizzato l'uso, accanto ad altre forme espressive più consolidate [3]. All'interno di questo processo, è tuttavia possibile rintracciare un ruolo documentario e di riproduzione delle opere d'arte, assegnato, sin da subito, alla fotografia, vista ad esempio da Émile Zola come fautrice di un ritratto preciso e imparziale della realtà (egli sarà instancabile nell'uso della sua macchina fotografica come mezzo di conoscenza dello scibile umano [4]). Charles Baudelaire vi ritroverà, invece, una forma di fanatismo e di attaccamento idolatrino al “vero”

naturale, espressione di una sorta di drammatico impoverimento del genio artistico. Non una forma d'arte alternativa alla pittura, quindi, ma piuttosto una tecnica finalizzata alla documentazione e alla conservazione: “salvi pure (la fotografia) dall'oblio le rovine cadenti, i libri, le stampe e i manoscritti che il tempo divora, le cose preziose di cui va sparendo la forma, che chiedono un posto negli archivi della nostra memoria: sarà ringraziata e applaudita” [5]. A dispetto del disprezzo di Baudelaire per la fotografia, egli stesso si farà, però, ritrarre da Daguerre e Nadar, i maggiori fotografi della sua epoca, rimanendo così anch'egli “narcisisticamente attratto dalla capacità immediata della fotografia di fermare il tempo e di lasciare un'immutabile traccia di se stessi nel futuro” [6], obiettivo e speranza di ogni artista (fig. 1).

Dall'idea di fotografia quale mezzo di riproduzione “oggettivo e imparziale”, adoperabile nella ripresa di monumenti e di opere d'arte in genere - potenzialità che già Pietro Selvatico Estense rilevava nel suo celebre discorso per l'inaugurazione dell'anno scolastico all'Accademia di Belle Arti di Venezia nel 1852 [7] - prenderà vita, in seguito, l'idea degli “archivi fotografici documentari” (famosa è l'azione dei Fratelli Alinari che nel 1852 fondarono a Firenze la prima azienda al mondo operante nel campo della fotografia, dell'immagine e della comunicazione, costituendo nel tempo un immenso patrimonio, che vanta ad oggi più di 4.000.000 di fotografie di proprietà, raccolte negli attuali Archivi Alinari). Essi risponderanno alla sempre maggiore consapevolezza (anche legata al verificarsi e riprodursi di eventi calamitosi) della necessità di conservare una “memoria sicura” delle opere monumentali più eloquenti e rappresentative. Se in Francia questa esigenza di documentazione del patrimonio architettonico nazionale ebbe risposta pressoché immediata, negli altri paesi europei, diversamente, si impose solo più tardi. In Italia, Camillo Boito, in occasione del IV congresso degli ingegneri e degli architetti del 1883 definirà le necessità e i compiti della documentazione fotografica, attivandosi poi, anche su sollecitazione di Luca Beltrami, per la

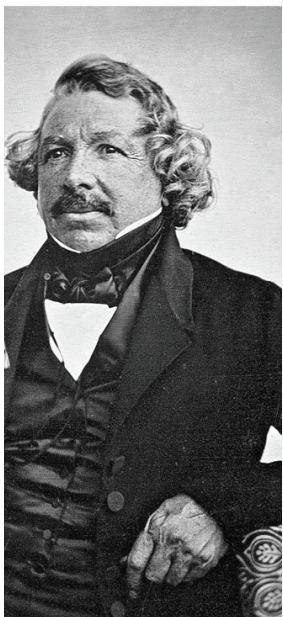
costituzione di un archivio fotografico lombardo. Nel 1892, sarà creato in seno al Ministero della Pubblica Istruzione, un Gabinetto Fotografico della Direzione generale delle Antichità e Belle Arti, che pubblicherà il primo catalogo nel 1904 [8]. In seguito, il crescente interesse per la fotografia, come forma di espressione artistica da un lato e come fonte per documentare il passato dall'altro, farà nascere sempre maggiori iniziative a livello europeo volte a conservare, a tutelare e a rendere fruibili, le collezioni fotografiche.

Al contempo, dalla seconda metà dell'Ottocento e ancor di più nel secolo successivo, grazie all'avvento di macchine fotografiche portatili, si diffonderà sempre più tra gli architetti l'uso di tale strumento per raccogliere notizie e appuntare elementi di loro interesse e/o come elemento di sostegno al progetto. Nel campo del restauro, Eugène E. Viollet-le-Duc, ad esempio, ne farà uso non soltanto per la redazione dei suoi progetti, ma anche per documentarsi sui soggetti di studio e nella sua attività di storico, talvolta utilizzando le immagini come un canovaccio sul quale eseguire delle elaborazioni grafiche successive. Il rapporto di John Ruskin con la macchina fotografica sarà ancora più diretto e coinvolgente e l'uso della dagherrotipia, sarà considerata fondamentale per la precisa registrazione dei segni del tempo e dei caratteri degli edifici, talvolta anche più del disegno [9]. Non si trattava ancora di vera e propria “fotografia d'architettura”, ma piuttosto di una soluzione motivata dalla volontà di fornire una descrizione minuziosa e dettagliata delle fabbriche. Anche in Italia, altri architetti restauratori - come Alfonso Rubbiani - affideranno a fotografi l'incarico di produrre fotopiani delle facciate degli edifici, su cui potere poi intervenire direttamente con maggiore precisione e attendibilità realistica, per la rappresentazione grafica delle loro ipotesi progettuali. Ancora, Alfredo D'Andrade metterà insieme una vasta raccolta di forme e dettagli decorativi dell'architettura medievale piemontese, attraverso una campagna di rilevamento grafica e fotografica portata avanti da Carlo Nigra e Ottavio Germano, per poi utilizzarla nella progettazione del Borgo medievale nell'ambito



1. Le origini della fotografia.

In senso orario: a) Vista dalla finestra a Le Gras di Nicéphore Niépce (1826), può essere considerata la più antica fotografia mai prodotta; b) F. Nadar, Baudelaire (1855); c) Dagherrotipo di Louis Daguerre realizzato da Jean-Baptiste Sabatier-Blot (1844); d) Boulevard du Temple, Paris di Louis-Jacques-Mandé Daguerre (1838-39).



dell'Esposizione Nazionale del 1884 a Torino. In seguito, soprattutto all'interno del Movimento Moderno, si avviò il progressivo superamento del tradizionale *metus reverentialis* nei confronti dei metodi convenzionali di rappresentazione del progetto architettonico, a vantaggio di una sperimentazione e di un utilizzo della fotografia, sempre più liberi e diversificati.

Accanto all'uso della fotografia come strumento di conoscenza o di supporto al rilievo metrico degli edifici, attraverso la realizzazione di immagini basate su regole ben precise, finalizzate a una rappresentazione quanto più fedele dell'oggetto architettonico, priva di distorsioni prospettiche e soprattutto, in qualche modo avulsa dal contesto ambientale e urbano, con il passare del tempo, si è maturata un'idea di fotografia che mira a guardare l'oggetto architettonico non soltanto come oggetto in sé, focalizzandosi esclusivamente sulle sue forme e proporzioni, ma piuttosto come oggetto nello spazio.

L'attenzione è stata, quindi, progressivamente spostata anche su elementi prima trascurati, tra cui la luce. La fotografia si è ri-orientata

in conformità a nuovi approcci interpretativi dell'architettura rispettosi delle variazioni del binomio colore/ombra, della loro interazione con le superfici dei materiali, degli effetti di trasparenza indicati dall'incidenza della luce all'interno degli spazi. Si è così via via pervenuti alla messa a punto di metodologie che, se certamente non possono aspirare a sostituire l'esperienza diretta spaziale che si può avere di un edificio, almeno provano ad avvicinarsi a essa e tengono conto dell'esigenza imprescindibile della sua comunicazione, ottenendo, così, delle riproduzioni che trasformano la fotografia nel principale elemento di comprensione (ovviamente, dopo l'esperienza "reale") di una costruzione nella sua globale complessità e in tutte le sue sfaccettature [10].

In quest'ottica, le nuove tecniche fotografiche HDR, se applicate alla documentazione per il patrimonio culturale, possono essere di grande efficacia, poiché permettono di rilevare cromaticamente e sovrapporre in un'unica immagine, dettagli e colori non impressionabili su di un solo fotogramma.

La fusione delle parti migliori di una serie di più fotografie dello stesso soggetto (ripreso sia in condizioni corrette sia di sovra e/o sottoesposizione), offre la possibilità di catturare ed evidenziare elementi non altrimenti visibili. La successiva mosaicatura in proiezioni panoramiche (sferiche o cilindriche) multiscala, tramite il *photo stitching*, consente di restituire un numero maggiore di particolari all'aumentare dell'ingrandimento dell'immagine. Tali figurazioni possono essere rese consultabili in modo interattivo dall'utente finale attraverso piattaforme multimediali e protocolli *online*, estendendo così il contenuto comunicativo e documentativo del rilievo fotografico. Esse si pongono quali ulteriore evoluzione della fotografia, ben più attenta alle tematiche del colore e sensibile alla qualità e riconoscibilità dell'immagine, allontanandosi da una sua idea di staticità e bi-dimensionalità per offrire all'utente comune, nuove percezioni ben più avvolgenti, e agli specialisti, nuove opportunità di conoscenza, studio e approfondimento.

In particolare, le operazioni concernenti la tutela, valorizzazione e promozione dei beni architettonici e archeologici possono essere agevolate poiché, alla corretta conduzione della fase di conoscenza, preliminare a ogni intervento progettuale, concorre vantaggiosamente la disponibilità di materiale fotografico di maggiore omogeneità cromatica. Gli elementi peculiari e i degradi degli organismi costruttivi (rapportati, inoltre, al loro intorno), appaiono più evidenti e riconoscibili e la successiva produzione delle tavole di analisi materica, stratigrafica e del degrado, è favorita. In più, la possibilità di avvalersi oggi in maniera relativamente semplice di tali tecniche - usufruibili anche dai normali operatori o amanti del mondo fotografico - coniugata a un investimento in *software* e *hardware* non eccessivamente dispendioso, nonché di implementare i vantaggi offerti dalla realizzazione di percorsi virtuali trasferendoli in reti di condivisione internet predefinite e personalizzabili, rende tali sistemi accessibili anche agli esperti del settore dei beni culturali, senza la necessità di una preparazione professionale specifica nel campo della fotografia.

2. IMMAGINI HDR, PHOTO STITCHING E TOUR VIRTUALI PER I BENI CULTURALI

Negli ultimi anni, la fotografia digitale si è arricchita di nuovi strumenti e tecniche che hanno sensibilmente ampliato le possibilità di lettura, documentazione e valorizzazione del patrimonio culturale, intendendosi con tale espressione, la pianificazione e la messa in opera di tutte le attività dirette a promuovere la conoscenza e ad assicurare le migliori condizioni di utilizzazione e fruizione pubblica dello stesso (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio). La valorizzazione comprende, inoltre, finalità educative di stretto collegamento con il patrimonio, dirette al miglioramento delle condizioni di conoscenza e, conseguentemente, anche di conservazione dei beni culturali e ambientali, incrementandone la fruibilità. Anche la promozione e il sostegno di interventi di conservazione dei beni culturali rientrano nel concetto di valorizzazione.

A tal fine, appaiono di certa validità le opportunità

offerte dai *software* atti alla creazione di tour virtuali, poiché permettono di accostarsi a una visione dinamica dei siti culturali, navigandoli e spostandosi in essi con il pieno controllo del fruitore, garantendo la creazione di esperienze immersive e interattive che si avvicinano alla visita effettiva di un luogo, sia come qualità visiva sia come percezione emozionale.

La loro fruibilità *online* assicura il superamento dei confini geografici consentendo una pre-conoscenza del patrimonio culturale che prescinde da una presenza fisica *in situ* ed è, inoltre, arricchita dall'inserimento di documenti multimediali (testi, audio, video, mappe) atti a guidare la visita e rendere l'esperienza ancor più comunicativa.

Il progetto di creazione di un *virtual tour* si compone di tre fasi principali: la prima, il rilievo fotografico, è atta ad acquisire i materiali necessari alla seconda che è, invece, finalizzata alla creazione di foto-mosaici (con tecniche di *photo stitching*) che successivamente, organizzati e correlati tra loro in un tour 3D, nell'ultima fase saranno condivisi su una piattaforma multimediale e dotati di ulteriori dati informativi e documentativi.

Alla base dell'esecuzione dell'intero processo, si pone la necessità di una rigorosa progettazione che, al giorno d'oggi comprende non soltanto la pianificazione del rilievo fotografico (la scelta delle prese, l'orario in cui eseguirle, l'attrezzatura da utilizzare, ecc.), ma è estesa a tutto il sistema di comunicazione e condivisione dei risultati (i contenuti aggiuntivi, la piattaforma multimediale, la sua modalità di consultazione e implementazione sul web).

2.1. IL RILIEVO FOTOGRAFICO HDR

Il rilievo fotografico costituisce la fase più delicata della creazione del *virtual tour*; errori o approssimazioni qui commessi, possono, infatti, essere fatali per la buona riuscita delle fasi successive. La creazione di una foto "immersiva" richiede una sequenza di scatti acquisiti con un apparecchio fotografico che, ruotando intorno al proprio punto nodale, deve coprire l'intero giro d'orizzonte. Questo implica il ritrarre parti della

scena, illuminate in modo disomogeneo tra loro. Le tradizionali tecniche fotografiche non sempre consentono di ottenere dei risultati meritevoli; è quindi necessario il ricorso a tecniche addizionali, quali l'HDR (acronimo di *High Dynamic Range*), in maniera da avere sia un'equilibrata distribuzione tonale, sia una grande ricchezza di dettagli in tutte le immagini.

Il termine HDR si riferisce a una tecnica fotografica che estende l'intervallo tra la massima e la minima luminosità che una camera fotografica riesce a catturare con un singolo scatto. Un sensore digitale - contrariamente all'occhio umano che può adattarsi rapidamente alla differente intensità di luce nelle varie parti della scena concedendoci di "vedere" e di distinguere chiaramente tutti i dettagli - è in grado di registrare solamente le intensità cromatiche delle zone esposte correttamente, traducendo come "nero" o "bianco" assoluti le parti troppo scure e/o troppo chiare. Una scena molto contrastata, quindi, non potrà essere catturata da una macchina reflex in ogni sua gradazione di colore, poiché le zone molto illuminate o fortemente in ombra risulteranno "buie" o "bruciate".

I moderni apparecchi digitali, rispetto alle tradizionali macchine a pellicola, hanno esteso la "latitudine di posa", la capacità - inizialmente riferita alla pellicola ma ormai utilizzato anche per i sensori CMOS - di rendere leggibili aree dell'immagine con esposizioni differenti rispetto a quella corretta, sino a $\pm 3/4EV$ (*exposure value*); valori comunque sempre molto bassi per situazioni di altissimo contrasto quali una giornata di sole o in condizione di controluce [11]. L'HDR è un sistema di elaborazione *software* che, da una stessa scena catturata con differenti coppie tempo/diaframma, compone un'unica immagine combinando (*merging*) dalle parti correttamente esposte nei singoli scatti [12]. La tecnica base richiede l'uso di almeno tre fotografie - una ottimale, esposta per le luci medie, una sovraesposta regolata sulle luci alte e una sottoesposta regolata sulle luci basse - ma è auspicabile impiegarne anche un numero maggiore. Le immagini "grezze" possono essere acquisite per mezzo di settaggi manuali

(in modalità AE - impostando l'apertura del diaframma in modo da non variare la profondità di campo e modificando i tempi per regolare le diverse quantità di luce sul sensore) o attraverso le funzioni di *bracketing* automatico. La prima modalità, preferita dai fotografi, permette in ogni istante il pieno controllo dell'esposizione, la seconda affida agli automatismi della camera la totale scelta delle esposizioni, lasciando all'operatore solamente la decisione sul numero e sull'intervallo - in termini EV - tra esse.

Entrambe le modalità possono essere ottimizzate per una migliore qualità dei risultati, attraverso un trattamento preventivo delle immagini "grezze" nel bilanciamento automatico del colore e un "aggiustamento" dell'istogramma; molti casi studio hanno evidenziato come riducendo l'intervallo di esposizione (fino a un massimo di 1eV) e aumentando il numero di esposizioni (sino a 7 o 9, con più immagini non si hanno miglioramenti significativi) sia possibile migliorare la qualità ultima delle immagini HDR.

Tutti gli applicativi permettono di impiegare le immagini convertite in formato *.jpg*, quindi già "sviluppate" dalla camera e ridotte a 8 bit (fig. 2). E', invece, consigliabile procedere all'elaborazione dei dati direttamente dal formato *.raw* (a 12 o 14 bit), ponendo particolare attenzione a impiegare sensibilità ISO molto basse allo scopo di ridurre il rumore digitale, i cui esiti sono molto amplificati nell'immagine ultima (fig. 3).

Gli effetti *fake HDR*, tramite i quali è possibile creare false immagini HDR da un singolo fotogramma duplicato più volte con applicazione di filtri che variando artificialmente ombre e luci ricreano condizioni di sovra/sotto esposizione (*plug-in* integrati in molti *software* di fotoritocco), sono, in genere, da evitare nelle applicazioni finalizzate alla documentazione dei beni culturali in quanto producono come risultato immagini poco dettagliate e con alto contenuto di rumore. Le immagini contenute in questo lavoro sono state catturate con una macchina fotografica reflex dotata di ottica *fisheye* a focale fissa; ogni immagine panoramica è stata così ottenuta con solo cinque prese con diversi valori di luminosità. La massima profondità di campo si è conseguita

attraverso piccole aperture del diaframma, variabili da $f/22$ a $f/16$, anche se questo ha richiesto tempi di esposizione molto lunghi.

L'elaborazione HDR può avvenire con *software* dedicati (quali Photomatix, Creaced Hydra, o l'*open source* Luminance HDR) o tramite *plug-in* integrati ai principali programmi di fotoritocco (come HDR Pro, SNS-HDR Pro per Adobe Photoshop o Exposure Blend per Gimp). Una volta importate le immagini, viene avviato il riconoscimento degli intervalli di luminosità EV che differenziano ogni scatto, assegnandogli il valore di zero quando si utilizzano esposizioni medie, e quindi attribuendo valori positivi alle immagini sovraesposte e negativi a quelle sottoesposte.

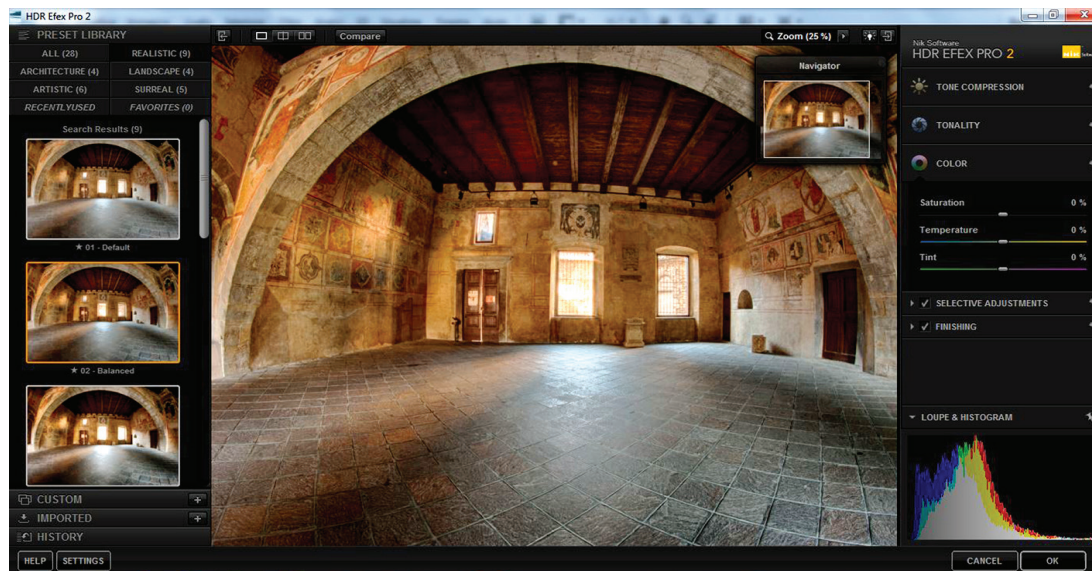
È possibile intervenire manualmente sul riconoscimento degli intervalli di luminosità per raggiungere risultati più consoni alle specifiche esigenze; nel caso dell'architettura storica è opportuno mantenere tale valore tra il 70% e il 100% per ottenere immagini nitide e con particolari molto accentuati.

Un'alternativa è quella di sfruttare dei *preset* a disposizione degli applicativi, con i quali sono impostati automaticamente i valori di adattamento delle immagini; questa possibilità, se da una parte permette di semplificare e velocizzare molte operazioni, riduce, tuttavia, la possibilità di intervento e personalizzazione.

Il rilievo fotografico è, quindi, finalizzato alla realizzazione di sequenze di prese che, attraverso l'adozione di particolari metodologie di *collage* tra i fotogrammi HDR, porta alla realizzazione di immagini sferiche ad alta risoluzione.

2.2. IL PHOTO STITCHING

L'impiego della tecnica HDR a supporto della realizzazione di panorami sferici amplia, quindi, sensibilmente l'intervallo di luminosità restituito nell'immagine panoramica. Difatti, se in fotografie riprese con angoli di campo ristretti, la presenza simultanea di valori di luminosità molto differenti non è sempre presente, la costruzione di una fotografia sferica, che copre un campo di presa di $360^\circ \times 360^\circ$, impone un range di luminosità estremamente vario.



2. Palazzo Curia Vescovile a Bergamo.

Immagine HDR degli affreschi situati nell'atrio ottenuti per la sovrapposizione di tre immagini .JPG (estensione 8 bit) con il plug-in HDR Efex Pro 2.0.

L'ausilio di software studiati per il photo stitching consente non solo di proiettare sfericamente più immagini scattate da un punto comune, ma permette anche la sperimentazione di diverse tecniche di acquisizione comparando i risultati nella cucitura finale; le applicazioni in questione forniscono, infatti, dei valori di RMS (scarto quadratico medio) che sono indicazione della precisione con cui è stata eseguita la registrazione delle immagini. Risultati sperimentali ci consentono di affermare che errori ridotti sono possibili con percentuali di sovrapposizione delle immagini non inferiori al 20/25%; valori superiori non comportano, invece, significativi miglioramenti [13]. Utilizzando un obiettivo *fisheye* è possibile con un numero ottimale di otto scatti (sei sull'angolo azimutale con step di 60°, due zenitali verso l'alto e verso il basso) poter costruire una panoramica sferica (fig. 4).

La mosaicatura si ottiene per mezzo di software dedicati che riproiettano i fotogrammi in base alle loro indicazioni DEF (dimensione dell'immagine, tipo di ottica, lunghezza focale e coordinate del centro ottico) su una sfera il cui centro

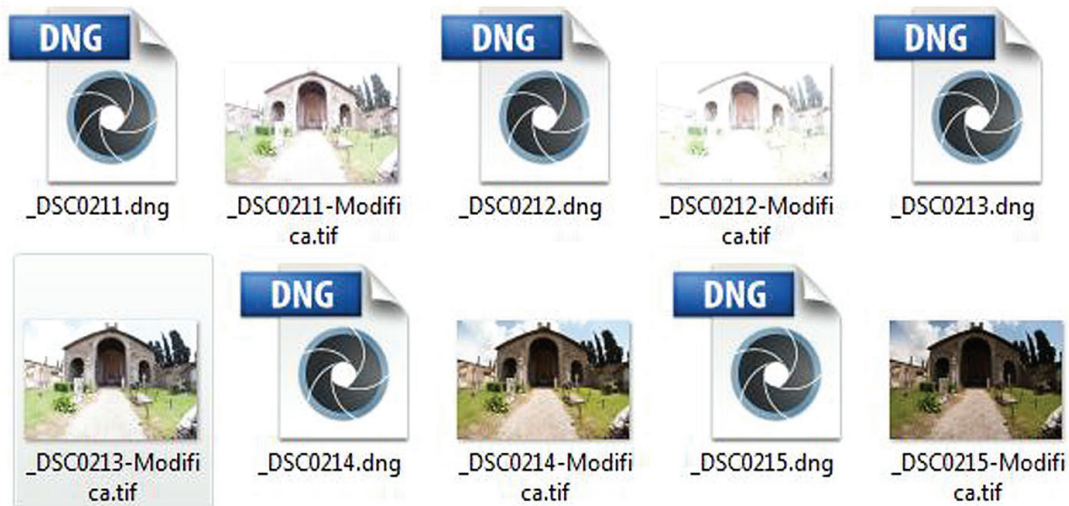
è coincidente con il punto nodale dell'ottica impiegata. Si comprende, quindi, l'importanza di aver eseguito il rilievo fotografico con la camera montata su un treppiedi con testa panoramica che, ruotando sul piano del sensore, elimina gli errori di parallasse e limita altre problematiche legate alla conversione delle geometrie piane delle singole immagini su un'unica geometria sferica. Una correzione della distorsione geometrica dei fotogrammi - quelle cosiddette a "cuscinetto" o a "barilotto", indotte dalle lenti quando non prevista dal *software* - è una prassi operativa cui non è possibile sottrarsi. Appare, invece, inutile la correzione delle distorsioni cromatiche se non sono state eseguite prima dell'elaborazione HDR. L'allineamento delle immagini avviene grazie al riconoscimento di punti omologhi comuni a due fotogrammi affiancati; tale attività è operata in automatico, benché esista sempre la possibilità di un intervento manuale per un eventuale infittimento o una cancellazione di quelli errati. Il numero dei punti necessario alla sovrapposizione di due fotogrammi è molto limitato (in funzione degli algoritmi impiegati, varia da 4 a 15) ma è

possibile e consigliabile aumentarli al fine di una ridondanza utile alla verifica dell'errore o a una compensazione ai minimi quadrati (quando permesso dal software). Le immagini deformate in patch curve saranno scalate e mappate su una sfera di raggio costante in base ai punti di controllo comuni e in ultimo sottoposte a blender, una finale elaborazione che modificherà la luminosità delle parti comuni affinché si abbia una transazione graduale di colore tra i vari fotogrammi.

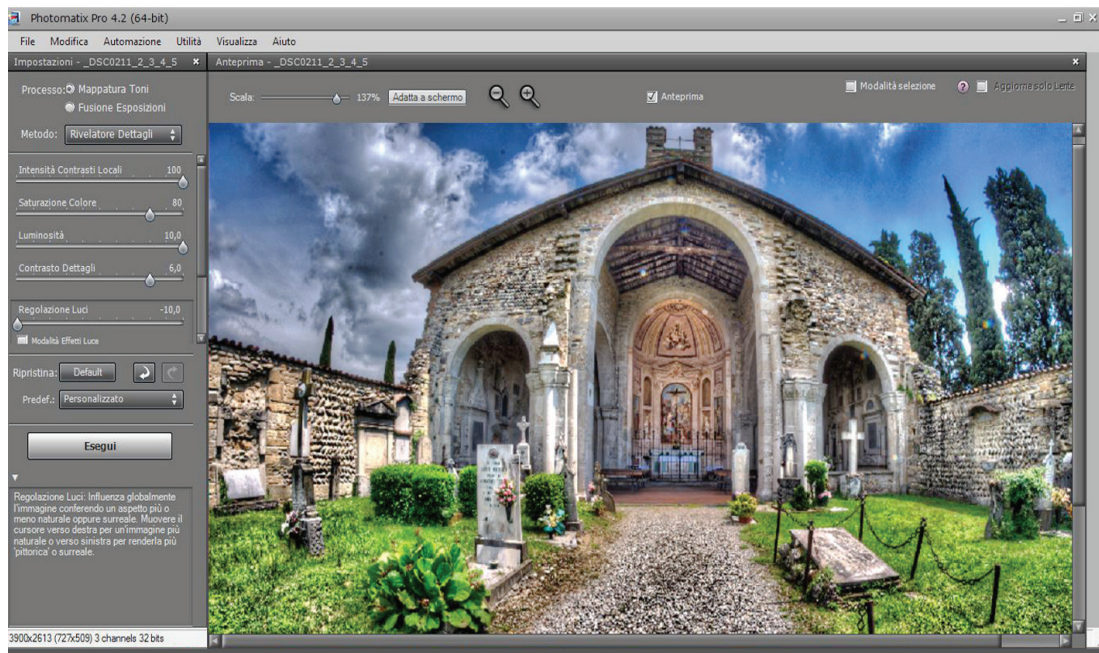
L'immagine sferica, al termine dell'operazione di mosaicatura, si presenterà come una lunga strisciata; nella fase di salvataggio, possibile in vari formati, è importante scegliere la risoluzione finale che, somma delle risoluzioni delle singole immagini, può permettere un elevato dettaglio (le dimensioni dei file sono di molti gigabyte).

2.3. TOUR 3D

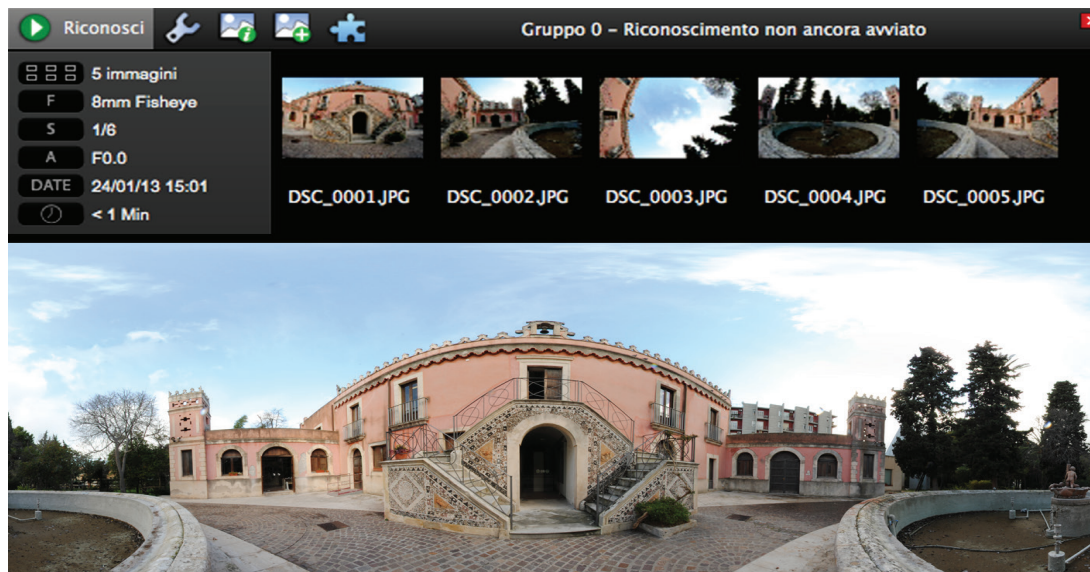
Un tour virtuale 3D è un viaggio all'interno di uno spazio - frutto di una rappresentazione grafica ottenuta tramite numerose fotografie sferiche - che permette di visitare i luoghi per mezzo



3. Chiesa di S. Giulia a Bonate Sotto (Bergamo).
 Dall'alto: a) Produzione di un'immagine HDR per mezzo della sovrapposizione di cinque scatti in formato .raw (estensione 12 bit) attraverso l'uso del software Photomatix Pro 4.2; b) immagine HDR verso le absidi restituite con effetti "pittorici".



di rotazioni sferiche del campo visivo, con la possibilità di ingrandimento dei particolari. I software oggi disponibili per la creazione di un tour virtuale sono delle evoluzioni del programma Krpano, primo applicativo ideato dal programmatore austriaco K. Reinfield ma privo di un'interfaccia grafica e implementabile esclusivamente in linguaggio .xml. Ciò ha limitato lo sviluppo e la diffusione di questi strumenti sino alla disponibilità commerciale di prodotti di più semplice impiego avvenuta solo negli ultimi anni. La caratteristica di tali tipologie di software è di trasformare il panorama sferico in una "bolla" navigabile con il semplice utilizzo del mouse, creando, inoltre, in essa dei riferimenti (hotspot) che permettono, dalla stessa interfaccia di visualizzazione, la transizione da un'immagine all'altra (fig. 5). La possibilità di inserire all'interno dell'interfaccia di visualizzazione dei contenuti di testo, immagini statiche, file multimediali e non ultimo il collegamento a link esterni, rende questi strumenti delle piattaforme per documentare e veicolare contenuti tramite il web. I dati esportabili in formato .html sono anche



4. Villa Landolina, Siracusa.

Photo stitching finalizzato alla creazione di un'immagine sferica realizzato con il software Kolor Autopano Giga.

adattabili a dispositivi mobili quali smartphone e tablet, nei quali la presenza di un giroscopio offre ancora più spazio all'interattività permettendo la navigazione attraverso i movimenti che si fanno compiere al dispositivo [13]. Spostarsi all'interno di un tour virtuale può essere ulteriormente facilitato e risultare ancora più istruttivo se implementato con la presenza di un *key plan* in cui sono individuate le tappe del tour; quest'ultimo è anche georeferenzabile - se si dispone di una chiave di licenza API (Application Programming Interface) - su Google Maps o Bing Maps o sistemi WebGIS dedicati [14].

4. CONCLUSIONI

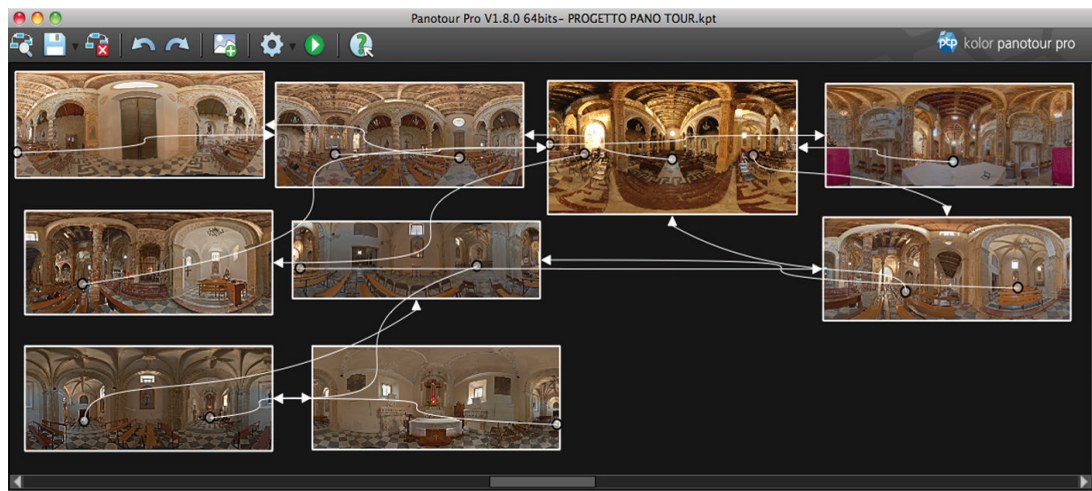
Le potenzialità offerte da questi sistemi, oggi ancora sottoutilizzati nel campo dei beni culturali e a molti sconosciuti, sono indubbiamente molteplici. Largamente adottata nell'e-commerce e nell'industria del turismo, la realizzazione d'immagini sferiche ad alta definizione viene incontro alla richiesta sempre più insistente dell'esplorazione virtuale di luoghi e dell'interattività con essi, dettata da svariate

necessità: scopi didattici, di intrattenimento, di ricerca o anche di semplice prolungamento nella vita quotidiana dell'esperienza e insieme dei valori dei luoghi. Il virtual tour offre la possibilità non solo di visitare virtualmente un sito, ma anche di arricchire le conoscenze dell'utente riguardo ciò che sta esplorando, con documentazioni multimediali e link esterni, che interagiscono con il percorso di visita.

La metodologia proposta - parte di una ricerca più ampia e ancora *in fieri* - vuole proporre una prassi operativa che utilizza la fotografia per la progettazione delle fasi di comprensione, analisi e documentazione del patrimonio culturale, non sostitutiva ma integrativa alle tecniche consolidate. La sua applicazione, pur non fornendo la misura strettamente fisica del colore, permette comunque una lettura più puntuale e attenta dell'architettura e dell'edilizia storica, contribuendo a una semplificazione delle fasi del rilievo, se non in termini di costi, certamente in termini di tempo.

Nonostante il sistema non assicuri un'alta fedeltà cromatica - operazione, del resto, non

possibile e spesso neanche richiesta anche con metodologie consolidate -, la tecnologia HDR produce colori più "accesi" e "vivi" rispetto alla fotografia tradizionale. La sostituzione delle zone sovraesposte e sottoesposte, rappresentate con pixel bianchi o neri e quindi privi di indicazioni cromatiche, con patch di altre immagini dotate di dati colore, aumenta l'espressività e il contenuto informativo delle fotografie. Tuttavia, la creazione di immagini di estesa gamma tonale e la successiva realizzazione di panorami sferici e tour virtuali, anche se molto automatizzata, necessita sempre della sensibilità dell'operatore dei beni culturali cui compete l'onere di conoscere e gestire le diverse tecniche e tecnologie messe oggi a disposizione dal progresso scientifico, per espletare al meglio una professione di grande responsabilità nei confronti della collettività. Oggi "la fotografia è il mezzo per duplicare l'immagine di un'architettura; e l'espedito più immediato ed efficace per valorizzare la ridondanza estetica di un determinato monumento e per dare rilevanza ai dettagli, anche i più nascosti, che sfuggono alla superficiale osservazione e che



5. Basilica di S. Leone, Assoro (Enna).
Creazione di un tour virtuale a partire da foto immersive a 360° utilizzando l'applicazione Kolor Panotour Pro.

contribuiscono alla totalità di quel monumento" [15]. Lo scopo del fotografo è quello di offrire nuovi orizzonti, ovvero un "affaccio" sul mondo attraverso un'ottica possibile. Le immagini rappresentano un punto di passaggio e l'opera fotografica si presenta, quindi, come un oggetto chiuso, autosufficiente, che deve sorprendere. Il fotografo riesce a cogliere un aspetto della realtà, intuendo delle potenzialità che anticipano (ma al contempo sottendono) l'acquisizione delle foto: momento così dotato di una dimensione progettuale [16] che del progetto diventa prezioso servitore. Nei nostri tempi, quelli del digitale, la fotografia certo non può più essere considerata come uno strumento innovativo, ma sempre più nei lavori dei fotografi di architettura contemporanei, essa viene utilizzata per "vedere", comprendere, testimoniare nel tempo e lo spazio (fig 6). Non soltanto documentando, quindi, ma dando vita a un racconto: attività in cui sono oggi certamente favoriti dallo sviluppo tecnologico sopra rendicontato.



6. Ex aeroporto militare di Chinisia (Trapani)

"Poiché l'architettura va osservata e non vista, la fotografia ne è il mezzo di rappresentazione per eccellenza. Seleziona, cattura e ne coglie l'essenza", questa, la visione di un allievo architetto (@ Claudio Di Forti).

BIBLIOGRAFIA

- [1] Mormorio, Diego (1996), *Un'altra lontananza. L'Occidente e il rifugio della fotografia*, Sellerio, Palermo.
- [2] Carluccio, Luigi, Palazzoli, Daniela (1993), *Combattimento per un'immagine: fotografi e pittori*, Catalogo della Mostra (Torino, Galleria civica d'arte moderna, marzo-aprile 1973), Satiz, Torino.
- [3] Recine, Francesca (2006), *La documentazione fotografica dell'arte in Italia dagli albori all'epoca moderna*, Scriptaweb, Napoli.
- [4] Reim, Riccardo (2001), *La Parigi di Zola*, Editori Riuniti, Roma.
- [5] Baudelaire, Charles (1992), *Il pubblico moderno e la fotografia in Guglielmi*, Guido e Raimondi, Ezio, Scritti sull'arte, tr. it., Torino, Einaudi, pp. 217-222.
- [6] De Angelis, Attilio (2011), *Fotografia e Psicologia: cenni storici e riflessioni*, in Psychomedia Telematic Review, <http://www.psychomedia.it/pm/arther/fotogr/deangelis2.htm>.
- [7] Estense Selvatico, Pietro (1859), *Sui vantaggi che la fotografia può portare all'Arte*, in Scritti d'arte, Bordera Bianchi Editori, Firenze, pp. 337-341.
- [8] Fanelli, Giovanni (2009), *Storia della fotografia di Architettura*, Editori Laterza, Roma-Bari.
- [9] Cook, E. T., Wedderburn, Alexander (1903-1912), *The works of John Ruskin*, vol. III, George Allen, London, Longmans, Green & Co., New York, .
- [10] Zonno, Marina, *Nuove tecnologie low cost per la realizzazione di tour virtuali e rilievi digitali finalizzati alla conoscenza, tutela e valorizzazione dei beni culturali in Puglia e Albania*, in Atti 13a Conferenza Nazionale ASITA, pp. 1925-1930.
- [11] Poli, Paolo (2009), *Fotografia Digitale. Guida Completa*, Ed. Apogeo, Milano.
- [12] Zurlì G. Guido (2009), *Effetti speciali per la fotografia digitale*, FAG Edizioni, Milano.
- [13] Zonno, Marina, Maiellaro, Nicola, Capotorto, Salvatore (2012), *Fotografia immersiva applicata ai beni culturali*, Aracne, Roma.
- [14] Capotorto, Salvatore, Maiellaro, Nicola, Zonno, Marina (2010), *Ambienti immersivi geolocalizzati per la fruizione a distanza di beni culturali*, in Atti 14a Conferenza Nazionale ASITA, pp. 457-462.
- [15] Cresti, Carlo (2004), *Fotografia e Architettura*, Pontecorboli Editore, Firenze.
- [16] Bevacqua, Stefano (2012), *La luce e le cose. Per una filosofia della fotografia*, Editore Clinamen, Firenze.